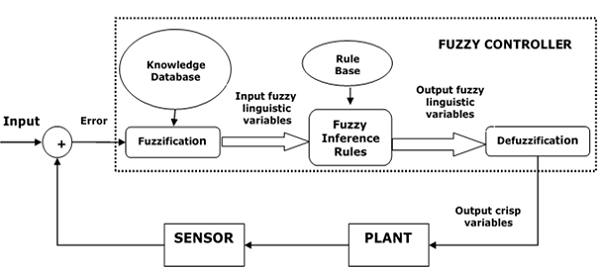
FUZZY LOGIC CONTROLLER

Câu 1:

*a) Hãy cho biết yếu tố nào quan trọng nhất khi thiết kế bộ điều khiển Fuzzy. Hãy trình bày các bước khi thiết kế bộ điều khiển Fuzzy.*



Yếu tố quan trọng khi thiết kế bộ điều khiển Fuzzy:

- Hiểu được đặc tính của cơ hệ đang xét.

- Lựa chọn số biến ngôn ngữ cho input và ouput và khoảng range cho từng biến ngôn ngữ đấy.

- Bộ luật (rule-base) cho tập fuzzy đang khảo sát.

Các bước khi thiết kết Fuzzy Controller



***Bước 1***: Xác định các thông số bao gồm biến đầu vào/ đầu ra, biến trạng thái của plant.

***Bước 2***: Cấu hình cho tập con Fuzzy ( hay Fuzzy sets) – Chia số tập con fuzzy và mỗi tập con sẽ gán với một tên biến ngôn ngữ. Luôn đảm bảo rằng các tập fuzzy này bao gồm các thành phần trong thông tin mà chúng ta xét. Nói cách khác ở bước này, chúng ta tiến hành lựa chọn biến ngôn ngữ phù hợp cho plant đang khảo sát và số lượng biến ngôn ngữ nhiều hay ít tuỳ vào mức độ đáp ứng của phần cứng (ví dụ như vi điều khiển).

***Bước 3***: Lựa chọn *Membership function* (MFs) và range cho các biến ngôn ngữ đã chọn ở bước trên. Có nhiều dạng MFs nhưng chung quy ta lựa chọn những loại MFs đáp ứng đủ cho plant và phần cứng. Cũng ở bước này, khi đã có được các biến ngôn ngữ ta cũng tiến hành lựa chọn range cho từng biến ngôn ngữ này.

***Bước 4***: Đặt ra các bộ luật (rule-base) để chỉ định mức độ quan hệ giữa input và output là như thế nào. Bước này khá quan trọng, là điểm mấu chốt của Fuzzy Controller, bộ luật sẽ dựa trên If [condition] Then [action] (nếu…. thì…).

***Bước 5***: Làm mờ (Fuzzification) là việc chuyển đổi giá trị input để bộ suy luận mờ ( Inference Mechanism) có thể dễ dàng hoạt động và áp dụng rule-base. Cụ thể là Fuzzyfication process sẽ lấy giá trị input và tìm ra giá trị số của MFs để xác minh đó là biến nào.

***Bước 6***: Tổng hợp các giá trị sau khi qua bộ suy luận mờ (Inference Mechanism or Inference Engine) kèm theo rule-base. Sử dụng phép lấy min/max tương ứng với việc and/or các bộ fuzzy output sau làm mờ và áp rule.

***Bước 7***: Giải mờ (Defuzzification) sẽ đưa ra giá trị output để làm đầu vào cho plant (tín hiệu điều khiển/ tín hiệu đầu vào) của cơ hệ khảo sát. Nói chung thì Deffuzzification sẽ áp dụng các phương pháp như COG hay CA để đưa giá trị mà ta đã tổng hợp các bộ fuzzy output ở Bước 6 về lại giá trị ban đầu đã setup cho biến đầu ra.

*b) Đặc tính chính của bộ điều khiển Fuzzy là gì? Tại sao có sự sai lệch kết quả đầu ra khi giải mờ bằng phương pháp COG (Centre of Gravity) và phương pháp CA (Centre Average) ?*

Đặc tính chính của bộ điều khiển Fuzzy có thể nói tới về tính ứng dụng của nó, áp dụng hầu hết các cơ hệ mà không cần quan tâm đến việc *cơ hệ có tuyến tính hay phi tuyến tính* và tính áp dụng rộng rãi vào công nghệ đời sống. Bởi chính việc áp dụng hầu hết mọi cơ hệ nên các hệ phi tuyến có trong các ứng dụng đời sống như máy giặt, tủ lạnh, hàng không vũ trụ…

Phương pháp COG và phương pháp CA đều là phương pháp dùng để giải mờ. Trong khi đó COG thì phụ thuộc vào dạng của MFs nếu là Triangular/ Trapezoidal thì công thức tính diện tích hình sẽ dễ dàng hơn các dạng còn lại như Sigmoid/ Bell/ Gaussian. Ngược lại thì phương pháp CA sẽ không quan tâm nhiều đến hình dạng của MFs vì chúng chỉ sử dụng giá trị tâm của MFs trong output fuzzy. Với sự khác nhau cơ bản này đã cho ra được kết quả của hai phương pháp này khác nhau hoàn toàn.

*c) Hãy giải thích tại sao biến đầu vào của bộ điều khiển Fuzzy thông thường sử dụng 02 thống số là sai số e và đạo hàm ? Trong trường hợp sử dụng duy nhất chỉ 01 thông số đầu vào là e có đảm bảo kết quả đầu ra mong muốn hay không?*

Thông thường những bộ điều khiển thông thường luôn quan tâm đến sai số của hệ thống, thực tế thì bộ điều khiển Fuzzy cũng vậy cũng có thể sử dụng 01 input đầu vào là sai số *e* hay một số sai số khác liên quan đến cơ hệ khảo sát. Nhưng vì đáp ứng của cơ hệ mà chúng ta thường sử dụng thêm đạo hàm để bộ điều khiển thông minh Fuzzy có thể tối ưu được việc điều khiển hệ thống đấy.

Nếu sử dụng nhiều hơn một thông số đầu vào thì việc chúng ta lựa chọn biến ngôn ngữ, membership function và các khoảng giá trị (range) nhiều hơn, kèm với đó và bộ quy tắc (rule-base) sẽ trở nên phức tạp (ví dụ 02 input(*e,*) và 1 output chẳng hạn, nếu lựa chọn số biến ngôn ngữ cho mỗi thông số vào/ra là 3 thì tổng cộng sẽ có thông thường là 9 rule-base). Nhưng nếu ta chỉ sử dụng đầu vào chỉ sai số *e,* bộ điều khiển Fuzzy sẽ đơn giản hơn, hoạt động gần như 02 input bởi lúc này rule-base giảm xuống ( có thể nói rằng giảm từ 2-D xuống còn 1-D), tất nhiên số lượng biến sẽ ít hơn thông thường. Hệ 01 input 1 output hay gọi là SISO (Single Input Single Output).

*d) Khi thiết kế bộ điều khiển Fuzzy, có thể nói hàm membership dạng tam giác cho kết quả chính xác hơn hàm membership dạng Gaussian hay không? Tại sao?*

Khi thực hiện thiết kế bộ điều khiển Fuzzy, điều quan trọng không kém bộ quy tắc (rule-base) mà còn là dạng Membership function vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến việc làm mờ cũng như giải mờ cho bộ điều khiển. Đối với một số cơ hệ có đáp ứng đơn giản, cơ bản phổ thông và cơ hệ có thể tuyến tính hoá được thì các dạng MFs như tam giác (Triangular) hay hình thang (Trapezoidal) sẽ phù hợp và đủ đáp ứng cho hệ thống cũng như phần cứng ứng dụng xử lý cho hệ thống đấy. Mức độ phức tạp của dạng hàm sẽ giúp cho chúng ta giải quyết những bài toán khác, những cơ hệ phi tuyến khác không còn ở mức đơn giản và tín hiệu mong muốn thay đổi bất thường theo thời gian, cũng có thể nói rằng nếu áp dụng các dạng hàm khác như Gaussian/Bell/Sigmoidal vào các bài phổ thông vẫn sẽ cho kết quả chính xác hơn nhưng đôi khi vẫn không thể cho đáp ứng được đặc trưng của bài toán đang xét. Vì thế còn tuỳ thuộc vào cơ hệ như thế nào ta sẽ lặ chọn dạng hàm MFs để ứng dụng tối ưu nhất.

*e) Khi thiết kế miền giá trị cho các biến ngôn ngữ, miền giá trị [min, max] của biến đầu vào/ đầu ra của Fuzzy đóng vai trò như thế nào?*

Là một trong những đặc trưng quan trọng của bộ điều khiển, ảnh hưởng trực tiếp đến đáp ứng đầu ra cũng như đầu vào. Miền giá trị [min, max] của từng biến ngôn ngữ có vai trò lớn nhất là sau khi giải mờ đến bước mà bộ suy luận kết hợp với rule-base để cho ra các giá trị output fuzzy set, thì nếu như miền giá trị đặt ra [min, max] nhỏ, không chứa các giá trị input lấy từ cơ hệ trong quá trình bộ điều khiển hoạt động. Mà tập input sau khi giải mờ sẽ liên quan đến việc đặt rule-base vì thế nếu miền giá trị không chứa giá trị mà bộ suy luận tìm ra, kết quả một số luật sẽ không được thực hiện và cho ra đáp ứng hệ thống không còn đúng. Để khắc phục điều này ta cần hiểu rõ được behavior của cơ hệ để từ đó có những điều chỉnh phù hợp hoặc là điều chỉnh rule-base hoặc là điều chỉnh miền giá trị [min, max].

*f. Nếu nói số lượng biến ngôn ngữ của một biến vào/ra nào đó càng nhiều thì sẽ cho kết quả đầu ra càng chính xác là đúng hay sai? Tại sao?*

Một cơ hệ trong thực tế cũng như trải qua vài bước để mô phỏng lại đi chăng nữa cũng khó có thể nhận được kết quả đúng chính xác do còn phải xử lý các loại nhiễu ảnh hưởng đến. Bởi một cơ hệ hoàn hảo nhất là không sử dụng bất kì một bộ điều khiển nào. Đối với bộ điều khiển thông minh Fuzzy cũng không có ngoại lệ, biến ngôn ngữ có vai trò trong việc chia miền giá trị thành các “biến tên” cụ thể với một miền giá trị con xác định trong đấy. Vì là điều khiển Fuzzy nên những gì con người không biết thì chúng sẽ là mờ và tìm cách để điều khiển chúng. Việc thêm nhiều biến ngôn ngữ cũng vậy giúp chúng ta lấy được nhiều thông tin hơn, đáp ứng cho cơ hệ ở những điểm giá trị còn chưa xác định hay nói cách khác ta vẫn chưa hiểu cụ thể tại một số vị trí cơ hệ đáp ứng linh hoạt khác nhau không dự đoán được. Vì vậy số lượng biến ngôn ngữ càng nhiều sẽ giúp kết quả đầu ra chính xác hơn so với ít biến ngôn ngữ hơn, nhưng cũng mắc phải những khó khăn trong việc đặt rule-base và áp dụng vào phần cứng để điều khiển cơ hệ. Mặt khác, còn tuỳ vào cơ hệ không nhất thiết nhiều sẽ chính xác bởi chuyện ta hiểu được cơ hệ như thế nào đã cho ta được số lượng biến cần phải có nếu hơn số lượng đấy thì chỉ nhận thêm một số đặc trưng khác của cơ hệ mà ta dự đoán là sẽ có mà thôi. Tóm lại số lượng biến ngôn ngữ của một biến vào/ra nào đó càng nhiều sẽ cho kết quả đầu ra càng chính xác và phụ thuộc vào cơ hệ khảo sát.

Câu 2:

Cho các dạng MFs của đầu vào, đầu ra và bảng luật như sau:





Hãy tính giá trị đầu ra *u* của bộ điều khiển khi và

***Làm mờ ( Fuzzification or Fuzzifier)***

Nếu thì , điều này cho thấy rằng một nữa kết luận rằng nó chắc chắn là “possmall” và một nữa kết luận chắc chắn nó cũng là “poslarge”.

Hay

Tương tự,

***Xác định luật đã đặt ra (Determing which rules to use)***

{rule1}Nếu *error* là *possmall* **và** *change-in-error* là *zero* thì *lực (u)* là *negsmall*

Khi sử dụng toán tử ***“Và”***, thì phương pháp để lựa chọn chắc chắn một cách đúng đắn mệnh đề này ***“Và”*** mệnh đề khác gồm sử dụng Minimum hoặc Product giữa hai giá trị của MFs.

Sử dụng Minimum ta có:



{rule2}Nếu *error* là *possmall* **và** *change-in-error* là *possmall* thì *lực (u)* là *neglarge*



***Giải mờ (Defuzzification)***



Phương pháp toạ độ trọng tâm COG:

được tính như sau . Với w là chiều rộng của MFs và h là chiều cao tương ứng là .

Suy ra ta có

Vậy

Câu 3:

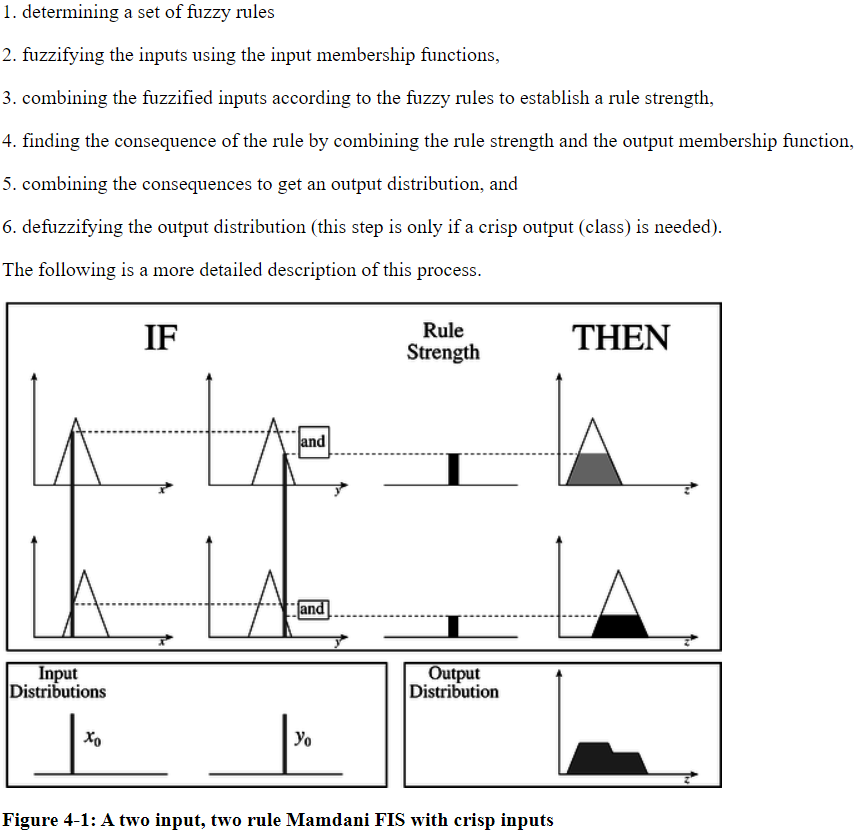


Các thông số của hệ thống trên:

Khối lượng xe: 2000 kg Vị trí xe bắt đầu phanh: -25 m

Vận tốc bạn đầu Lực thắng (phanh)

6 bước thực hiện thiết kế FLC(mamdani)



Membership function (MFs), lựa chọn là Triagular MFs cho các biến ngôn ngữ đầu vào/ra. Việc lựa chọn Gaussian MFs hay các dạng MFs khác là tuỳ thuộc vào hệ thống điều khiển và áp dụng vào phần cứng để điều khiển chúng. Và MFs cho các biến ngôn ngữ của tốc độ xe cũng như khoảng cách của xe tới cột đèn giao thông gồm 5 biến:

Với vị trí xe *d = {Very Near (VN), Near (N), Medium (M), Far (F), Very Far (VF)}*

Miền giá trị của *d* từ 0m đến 50 m. Khoảng cách an toàn xe so với cột đèn giao thông là 10 m.

Với tốc độ xe *s = {Very Slow (VS), Slow (S), Medium (M), Fast (F), Very Fast (VF)}*

Miền giá trị của *s* từ 0km/h đến 60km/h ở khu vực đường đông dân cư. Vận tốc an toàn của xe là 40km/h.

Với lực thắng (phanh) *b = {Small (S), Medium (M), Large (L)}*

Miền giá trị của *b* từ 0N đến 13600N.

Bộ luật được phát triển dựa vào tập mờ input và output. 25 rule-base của bài toán này sẽ dựa trên rule-base này: ***Nếu*** vị trí xe so với cột đèn là *Near* ***VÀ*** vận tốc xe là *Fast* ***thì*** lực thắng là *Large*.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *s*  *d* | *VS* | *S* | *M* | *F* | *VF* |
| *VN* | *S* | *S* | *S* | *M* | *M* |
| *N* | *S* | *S* | *S* | *M* | *M* |
| *M* | *S* | *S* | *M* | *L* | *L* |
| *F* | *M* | *M* | *L* | *L* | *L* |
| *VF* | *M* | *M* | *L* | *L* | *L* |

Giải mờ bằng phương pháp COA.